

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-228839

(43) 公開日 平成4年(1992)8月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 C 9/28		C 7910-3G		
F 0 1 D 21/14		B 7114-3G		
F 0 1 K 13/02		Z 8514-3G		
F 0 2 C 9/00		A 7910-3G		
// G 0 5 B 9/03		7208-3H		

審査請求 未請求 請求項の数12(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平3-119892

(22) 出願日 平成3年(1991)5月24日

(31) 優先権主張番号 特願平2-134801

(32) 優先日 平2(1990)5月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 谷 幸純

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株

式会社日立製作所大みか工場内

(72) 発明者 柳田 貞雄

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株

式会社日立製作所大みか工場内

(72) 発明者 岩見谷 建志

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株

式会社日立製作所大みか工場内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

最終頁に続く

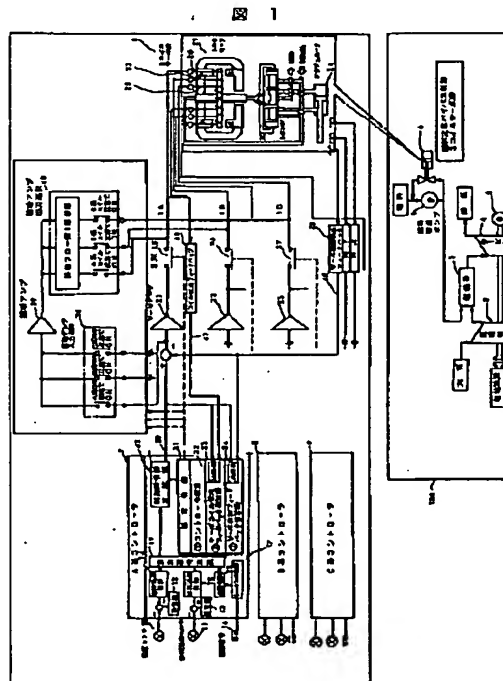
(54) 【発明の名称】 サーボ弁の制御装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、サーボ弁の制御方法及び装置に関し、特に3重化された制御系の2つ以上の制御系が異常になった場合においても正常にサーボ弁を制御する方法及び装置を提供することにある。

【構成】 本発明は、各コンポーネントの異常を特定する手段、サーボアンプ出力切離し手段、各コンポーネントの組合わせを任意に行える手段及びサーボアンプの補正手段を有し、この3重化された制御系の内2つの制御系に異常があり、少なくとも1つのコンポーネントが異常であるなら、正常なコンポーネントの組合わせ、サーボアンプの補正、またはサーボアンプの出力の切離しにより3コイルサーボを駆動することにより達成される。

【効果】 正常なコンポーネントの組合わせにより、またはサーボアンプの異常時にはサーボアンプ出力の切離しにより、プラントに外乱を与えることなく運転継続が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御方法において、少なくとも1つのコントローラまたは少なくとも1つのサーボアンプまたは少なくとも1つのコイルが異常になったとき、上記異常となったコントローラ、サーボアンプまたはコイルが含まれる制御系のコンポーネントのうち正常なコンポーネントを他の正常なコンポーネントと組み合わせて、1つの健全な制御系とすることにより、上記3コイルサーボ弁を駆動することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項2】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御方法において、上記3重の制御系のうち2つの制御系が異常のとき、他の健全な1つの制御系を上記3コイルサーボ弁を駆動可能となるように補正することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項3】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御方法において、上記3重の制御系のうち2つの制御系が異常のとき、当該異常系に含まれる少なくとも1つのコントローラ及び少なくとも1つのサーボアンプ及び少なくとも1つのコイルが正常ならば、上記正常なコントローラ、サーボアンプ及びコイルを組み合わせて、1つの健全な制御系とすることにより、上記3コイルサーボ弁を駆動することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項4】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御方法において、ある系の少なくとも1つのコンポーネントが異常と成りかつ他の系の少なくとも1つのコンポーネント

が異常と成ったとき、他の健全な1つの制御系または上記異常系のうちの正常なコンポーネントを補正することにより、上記3コイルサーボ弁を駆動することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項5】 請求項1、2、3または4において、補助のサーボアンプを用いることで他の健全な1つの制御系または上記異常系のうちの正常なコンポーネントを補正することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項6】 請求項1、2、3または4において、サーボアンプのゲインを変えることで他の健全な1つの制御系または上記異常系のうちの正常なコンポーネントを補正することを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項7】 請求項3または4において、異常系のうちの正常なコンポーネントを切り替えて健全な制御系に組み替えることを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項8】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御方法において、少なくとも1つの上記サーボアンプまたは上記コントローラが異常のときに上記異常コンポーネントを含む制御系のサーボアンプの出力を上記異常系のコイルから切り離すことを特徴とする3コイルサーボ弁制御方法。

【請求項9】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御装置において、上記コントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と上記制御系のコンポーネントとの接続切り替えを行なう切替回路とを有する補正手段とを設け、該制御系の異常を検出して該補正手段を作動させる異常検出手段を備えたことを特徴とする3コイルサーボ弁制御装置。

【請求項10】 所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラ、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプ及び上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化してなる制御装置を用いた3コイルサーボ弁制御装置において、上記コントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と上記制御系のコンポーネントとの接続切り替えを行なう切替回路を有する補正手段とを設け、

該制御系の異常を検出して該補正手段を作動させる異常検出手段と、上記制御系のうちの少なくとも1つのコントローラまたはサーボアンプが異常のとき、該異常系のサーボアンプの出力を上記異常系のコイルから切離す手段を有することを特徴とする3コイルサーボ弁制御装置。

【請求項11】所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラと、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプと、上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルを有する制御系を3重化した制御装置と、上記3つの制御系の異常を検出する異常検出手段と、上記異常検出手段により、上記3つの制御系のうち2つの制御系が異常とされた場合、正常なコントローラのうち、サーボ弁の駆動に用いられるコントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と制御系の正常なコンポーネントとの接続切り替えを行ない、正常な制御系を再構成するための切替回路とを有する補正手段と、上記コイルによって駆動されるトルクモーターと、上記トルクモーターによって燃料流量制御弁の開閉を行なうアクチュエーターと、アクチュエーターによって開閉される燃料流量制御弁とを有するガスタービンの燃料流量制御装置。

【請求項12】所定の設定値に基づいてプラントの状態量を制御するための制御指令信号を出力するコントローラと、上記制御指令信号を3コイルサーボ弁を駆動できるように増幅するサーボアンプと、上記増幅された制御信号に応じた燃料流量弁の開度になるようサーボ弁を駆動するコイルを有する制御系を3重化した制御装置と、上記3つの制御系の異常を検出する異常検出手段と、上記異常検出手段により、上記3つの制御系のうち2つの制御系が異常とされた場合、正常なコントローラのうち、サーボ弁の駆動に用いられるコントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と制御系の正常なコンポーネントとの接続切り替えを行ない、正常な制御系を再構成するための切替回路とを有する補正手段と、該制御系の異常を検出して該補正手段を作動させる異常検出手段と、上記制御系のうちの少なくとも1つのコントローラまたはサーボアンプが異常のとき、該異常系のサーボアンプの出力を上記異常系のコイルから切離す手段と、上記コイルによって駆動されるトルクモーターと、上記トルクモーターによって燃料流量制御弁の開閉を行なうアクチュエーターと、アクチュエーターによって開閉される燃料流量制御弁とを有するガスタービンの燃料流量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はサーボ弁制御方法及び装置に係り、特に制御対象である3コイルサーボ弁の制御

装置として3重化コントローラを用い、火力発電所、原子力発電所等のタービン制御装置に好適なサーボ弁の制御方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の3コイルサーボ弁の制御方法については、“The SPEEDTRONIC MARKIVControl (tm), a distributed fault tolerant gas turbine control system.”; ASME 83-GT-106に記載のように、コイル、サーボアンプ、コントローラの各コンポーネントからなる制御系を3重化したものが知られている。

【0003】この3コイルサーボ弁の制御系は、各コントローラの出力をサーボアンプを通して各コイルに出力し、コイルのアンペアターンの合計で3コイルサーボ弁を制御していた。従って、1系異常時は、残りの2系で異常の生じた1系を補償して継続運転を行なっていた。しかし、2系異常時には、トリップとしていた。

【0004】同様の文献として、“Turbine Digital Control and Monitoring (DCM) System”; ASME 88-JPGC/Pwr-33がある。

【0005】また、2 out of 3 logicとしては、“DIGITAL 2-OF-3 SELECTION AND OUTPUT CIRCUIT”; US Patent Number 4,857,762 がある。これには、2 out of 3 logicのoptocouplerを用いた回路のRelay駆動方法、すなわち、デジタルの2 out of 3 logic が記載されているが、調整制御信号については何の記載もない。または、2系異常時には故障信号が選択されるようになっている。

【0006】つぎに、3コイルサーボ弁そのものについては、“TRIPLEREDUNDANTELECTROMECHANICAL LINEAR ACTUATOR AND METHOD”; US Patent Number 4,521,707に、Actuatorが3重系となっている3コイルサーボ弁が記載されている。

【0007】コントローラを3重化したサーボ弁制御システムとして、“多重系統制御装置”; 特開昭59-85501号がある。これは、コントローラを3重化し、2系異常時においてもサーボ弁の制御を可能としているが、この時は、アクティブ系の代わりに予め設置してあるスタンバイ系を選択するものである。

【0008】“原子力タービン用デジタル電気油圧制御装置”; 火力原子力発電1985年8月Vol. 36第347号には、3コイルサーボ弁制御方法で2コイルが断となったときに残る1コイルで運転を継続することが開示されている。しかし、その具体的手段は開示されていない。また、サーボアンプ、コントローラ等の異常時、またはこれらの組合わせによる系の異常時の動作については何の記載もない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術によれば、コントローラ、サーボアンプ、コイルの各コンポーネントを有する制御系を3重化した3コイルサーボ弁の制御装置において、これらの制御系のうちの2系が異常

5

で、残る1系が正常である場合、または異常系のうち一部に正常なコンポーネントが残っている場合においてもプラントを停止していた。

【0010】本来、3コイルサーボ弁を用いる対象は、信頼性を高める必要のあるプラントの中核制御弁であるので、この3コイルサーボ弁のトリップはプラントの停止に到る場合が多い。しかしながら、近年、プラントの運転停止は社会的影響が大きいので、避ける傾向にある。

【0011】また、従来の3コイルサーボ弁の制御方法においては、コントローラの異常時には制御系に外乱が生じるため、当該コントローラが含まれる制御系のサーボアンプ出力を切り離していた。しかし、コントローラが正常であってサーボアンプが故障した時には、コントローラが正常なのでサーボアンプ出力を切り離さない。そのため、制御系に外乱が生じるという問題があった。

【0012】本発明の第1の目的は、制御系が2つ異常の場合においても、残る正常な1系を補正して3コイルサーボ弁を駆動し、プラントの運転継続を可能とすることにある。

【0013】本発明の第2の目的は、制御系のコンポーネントの一部が異常となった場合においても残る正常なコンポーネントの組み合わせによって、またはこれらを補正することによって3コイルサーボ弁を駆動し、プラントの運転継続を可能とすることにある。

【0014】本発明の第3の目的は、サーボアンプまたはコントローラの異常時において、制御系に外乱を与えないようにするため、サーボアンプまたはコントローラの異常を検出し、異常を含む制御系のサーボアンプの出力を切り離すことにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る3コイルサーボ弁制御方法は、少なくとも1つのコントローラまたは少なくとも1つのサーボアンプまたは少なくとも1つのコイルが異常になったとき、上記コントローラまたは上記サーボアンプまたは上記コイルを除く正常なコンポーネントを組み合わせ、1つの健全な制御系とすることにより、上記3コイルサーボ弁を駆動するようにしたものである。

【0016】本発明による他の3コイルサーボ弁制御方法は、上記3重の制御系のうち2つの制御系が異常のとき、他の正常な1つの制御系で上記3コイルサーボ弁を駆動可能とするように上記制御系を補正するようにしたことにある。

【0017】本発明による他の3コイルサーボ弁制御方法は、上記3重の制御系のうち2つの制御系が異常のとき、当該異常系に含まれる少なくとも1つのコントローラ及び少なくとも1つのサーボアンプ及び少なくとも1つのコイルが正常ならば、上記正常なコントローラ及び上記サーボアンプ及び上記コイルを組み合わせ、1つ

6

の健全な制御系とすることにより、上記3コイルサーボ弁を駆動するようにしたことにある。

【0018】本発明による他の3コイルサーボ弁制御方法は、ある系の少なくとも1つのコンポーネントが異常と成りかつ他の系の少なくとも1つのコンポーネントが異常と成ったとき、他の健全な1つの制御系または上記異常系のうちの正常なコンポーネントを補正することにより、上記3コイルサーボ弁を駆動するようにしたことにある。

【0019】この3コイルサーボ弁制御方法における上記補正は、補助のサーボアンプを用いることにより、あるいは、サーボアンプのゲインを変えることによりなされる。その他の補正としては、異常系のうちの正常なコンポーネントを切り替えて健全な制御系に組み替えることである。

【0020】本発明による他の3コイルサーボ弁制御方法は、少なくとも1つの上記サーボアンプまたは上記コントローラが異常のときに上記異常コンポーネントを含む制御系のサーボアンプの出力を切り離すことである。

【0021】本発明による3コイルサーボ弁制御装置は、上記コントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と上記制御系のコンポーネントとの接続切り替えを行なう切替回路とを有する補正手段とを設け、該制御系の異常を検出して該補正手段を作動させるための異常検出手段を備えたものである。

【0022】本発明による他の3コイルサーボ弁制御装置は、上記コントローラの出力を補正する補正回路と、該補正回路と上記制御系のコンポーネントとの接続切り替えを行なう切替回路とを有する補正手段とを設け、該制御系の異常を検出して該補正手段を作動させるための異常検出手段と、上記制御系のうちの少なくとも1つのコントローラまたはサーボアンプが異常のとき、該異常系のサーボアンプの出力を切離す手段を備えたものである。

【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0024】まず、ガスタービンシステム100のサーボ弁制御装置200の構成例を図1に示す。

【0025】ガスタービンシステムは、燃料移送ポンプ1により外部から送られてきた燃料と、圧縮機2にて圧縮された高圧の空気を燃焼器3で燃焼し、高温高圧のガスを発生させ、そのエネルギーでタービン4を高速で回転させ、タービン4と連結された発電機5を駆動し、電気エネルギーを供給するシステムである。ガスタービンの出力エネルギーは、燃料流量によって決まり、燃料流量は燃料流量バイパス制御3コイルサーボ弁6を制御することにより決まる。

【0026】燃料流量バイパス制御3コイルサーボ弁6の制御は、A系コントローラ7、B系コントローラ8、C系コントローラ9の3重系制御システムによりな

れ、各々のコントローラは同一の演算を行ない、それらの結果を合成してサーボ弁6の駆動が制御される。

【0027】ここで、各コントローラは、ガスタービン本体に取り付けられた速度センサ10及び排気温度センサ11の信号を入力し、それぞれの速度設定値及び排気温度設定値と比較し、設定値となるように制御する速度・負荷制御系14及び排気温度制御系15を有している。また各コントローラにおいて、起動、停止、保安時の重要信号がシーケンス制御系17に入力され、起動制御系18からの制御信号と合わせて、制御信号選択部19に入力される。制御信号選択部19によって、最も小さい信号が選択されそれに基づいて、制御指令値演算部45で制御指令値20が作成される。ここで、選択されなかった信号は、制御指令値20に対するバックアップ信号となる。

【0028】次に、制御信号選択部19で制御指令値20が選択されるフローチャートを図2に示す。

【0029】ガスタービンは、起動指令により起動され、自力で回転できるまでは、起動制御を制御指令値20とする。この時、速度は設定値まで達していないため、速度/負荷制御は、起動制御より大きい値となる。また同様に、排気温度も設定値まで達していないので、排気温度制御は速度/負荷制御と起動制御より大きい値となっている。このため、最小の信号を選択する制御信号選択部19では、起動制御の制御指令値20が選択される。

【0030】次に、ガスタービンが自力回転数まで達すると、設定速度となったため速度/負荷制御を選択する。この時の起動制御は、速度/負荷制御値よりも高い値に設定されるので、最小値である速度/負荷制御指令値が選択されるのである。

【0031】更に、排気温度が設定値よりも高くなると、制御指令値は、排気温度制御を選択する。この時、起動制御及び速度/負荷制御は、バックアップとして機能するのである。

【0032】これらの判定は、図2のフローチャートに従いコントローラの制御信号選択部19によって、ソフトウェアによって実行される。

【0033】次に、各コントローラからの制御指令値20は、各系のサーボアンプに入力される。各サーボアンプでは、3コイルサーボ弁6のアクチュエーターの制御量をフィードバックするサーボ弁位置検出器25からのフィードバック信号25と制御指令値20との偏差を各系ごとに入力し、コイルを駆動できる信号に増幅して、それぞれのサーボコイル26、27、28に出力する。3コイルサーボ弁6は、各サーボコイル26、27、28より発生する駆動トルクの合計でトルクモーター29を駆動し、シリンダ30を駆動することでアクチュエーター24を制御している。

【0034】また、各コントローラは、異常検出機能3

1を有している。異常検出機能31は、コントローラ異常検出機能32と、サーボコイル電流のフィードバック値の診断機能33と、サーボ位置のフィードバック値診断機能34とから構成されている。

【0035】コントローラ異常検出機能32は、コントローラ自体の異常を検出するCPUの異常診断機能である。

【0036】サーボコイル電流のフィードバック値の診断機能33は、コントローラの制御指令値20とサーボコイル電流のフィードバック値を比較して、サーボコイルまたはサーボアンプの異常を診断するものである。サーボコイル異常とは、例えば、サーボコイルが断線したときであり、この時のコイル電流のフィードバック値は0となる。また、サーボアンプの故障時は、コイル電流フィードバック値は、飽和電流値となるのである。

【0037】サーボ位置のフィードバック値診断機能34は、コントローラの制御指令値20とサーボ位置検出器のフィードバック値を比較して、サーボ位置検出器の異常を診断するものである。すなわち、異常の時は、制御指令値20とフィードバック値は異なった値となる。

【0038】この異常検出機能31により、各コントローラによって、制御系内の各コンポーネントの異常、例えば、コントローラ異常、サーボアンプ異常、サーボコイル異常、サーボ位置検出器異常が診断される。

【0039】図3に異常診断の手段と異常診断の内容をまとめたものを示す。

【0040】次に、従来方式の3コイルサーボの特性を図4に示し、これを用いて従来例の問題点を説明する。

【0041】図4の縦軸は、A、B、C系のコントローラの制御指令値20とサーボ位置46及び3系のサーボコイル電流値及びガスタービン排気温度を示している。横軸は、時間であり、t1の時A系サーボアンプが飽和し、t2の時A系サーボアンプの電源が切れ、t3の時B系のサーボアンプが飽和することを表わしている。また、ここでいうサーボアンプの飽和は、サーボアンプの異常状態の一例である。

【0042】まず、Aサーボアンプが飽和した時（即ちt1）、Bサーボアンプ出力及びCサーボアンプの出力は、Aサーボアンプの飽和電流を補償するようにマイナスの値を示すか、あるいは図示していないが、サーボシリンダ30等の機械的遅れにより制御指令値20を上廻る偏差量が生じる。そのため、サーボ位置は、制御指令値20より高くなるので、燃料流量バイパス制御3コイルサーボ6は、制御指令値20が示す開度より大きくなり、ガスタービンの燃料流量が増加し、ガスタービンの排気温度は過渡的に高くなる。

【0043】しかし、排気温度制御15の設定値13より排気温度11が高くなると排気温度制御15は、減少信号を出すため制御信号選択19によって最小の信号である排気温度制御15の信号が選択され、制御指令値2

0は、小さくなり、燃料流量バイパス制御3コイルサーボ6は閉方向となる。このため排気温度は小さくなるという制御を行う。

【0044】従って、過渡的には排気温度は高くなるが、その値はガスタービンのサーマルストレスに深刻な影響を与えるトリップ値までは達しないため運転上支障はない。

【0045】次に、コントローラの異常検出31によりオペレータは不具合を知り、飽和しているAサーボアンプの電源を切る。即ち、各コンポーネントは $t_1$ 時点の状態になって、以後、継続して運転を続ける。

【0046】しかしながら、この状態でさらにBサーボアンプが飽和になると2つの系が異常となることになる。即ち、 $t_2$ の時点で示されるようになり、残るCサーボアンプだけの補償では、1系異常時に比べて約2倍の時間的遅れが生じる。その間に生じた制御指令値20と実際の開度との偏差量によって、燃料流量バイパス制御弁6は開くので燃料流量が増加する。そのため、ガスタービンの排気温度は、トリップ値を超えることになり、制御系が2系異常の場合の運転継続は不可能であった。

【0047】本実施例では、コントローラ異常、サーボアンプ異常、サーボコイル断線異常及びサーボ位置検出器異常を、各コントローラの異常検出31で検出し、異常の生じたコンポーネントをプラント制御からはずすためのサーボアンプ出力切離しスイッチ35、36、37を設け、正常系を有効に作用させるために、補助アンプ入力選択スイッチ38、補助アンプ39、補助アンプ出力選択スイッチ40より成る補正手段を有している。

【0048】次に本実施例の異常診断方法及びサーボアンプ出力切離しについて図5により説明する。異常診断は、まずコントローラが正常か異常かをコントローラ異常検出32で判定し、異常であれば、異常系のサーボアンプの出力を切離すスイッチ35、36、37のうち当該異常系に連なるスイッチにより切離す。

【0049】また、コントローラが正常な時には、制御指令値20と、サーボ位置検出フィードバック値診断異常検出31でサーボ位置検出器の異常/正常を判定し、異常であれば該当系のサーボ位置フィードバックが異常であると判定する。

【0050】また、サーボ位置フィードバック値が正常な時には、制御指令値20と、コイル電流フィードバック値38が等しいかどうかを、サーボ電流フィードバック診断異常検出33で判定する。制御指令値20が変化しているにも拘らず、コイル電流フィードバック値38が常に“0”であれば、該当系のコイルの断線異常であると判定し、コイル電流フィードバック値38または制御指令値20が変化しているにも拘らずコイル電流フィードバック値38と制御指令値20の偏差が飽和電流値を示していれば、当該系のサーボアンプが異常であると

判定する。そして、同時に異常系のサーボアンプの出力を切離す切離しスイッチ35、36、37を作動させることによって、異常系のサーボアンプの出力を切離す。

【0051】これらの判定は、図5のフローチャートに従いコントローラの異常検出部31によって、ソフトウェアによって実行される。

【0052】次に、補助アンプ入出力選択フローを図6により説明する。まずA系が正常(A系コントローラ、A系サーボアンプ、A系サーボ位置検出器、A系コイルの全てが正常)か異常かを判定し、1つでも異常があれば、次にB系が正常かどうかを判定する。B系も異常であれば、A、Bの両系が異常と成り、残る正常系であるC系の出力を選択するように補助アンプ入力選択スイッチ38を切替る。従って補助アンプの入力は、A、B、C系の内2系故障で、1系のみ正常時に入力を選択することになる。これより、補助アンプ39の入力は、常に正常値を入力することになり、補助アンプ39の出力は、正常値を示すことになる。次に補助アンプ39の出力は、アンプ出力選択スイッチ40により選択され、出力は、コイル正常系を選択し出力する。この時、A系のみ正常な時には、コイル正常系は、B、Cの順に選択され、正常なA系と、補助アンプ39を介した正常な出力がサーボコイルB又はCへ出力され、B、C系が異常にも拘らずあたかも正常系Aと、出力されたB又はC系のサーボコイルで、3コイルの内2コイル正常動作と全く同様の働きを行い、プラントの運転継続が可能となる。

【0053】この時、B及びCのコイル断線が発生した場合は、補助アンプ出力選択スイッチ40は、残る正常コイルAを選択する。正常コイルAには、正常系Aよりのサーボコイル出力と、補助アンプ出力選択スイッチ40で選択された補助アンプからの出力が加算され、通常のトルクの2倍となり、A系サーボコイルの応答は、1本で2コイル分の作用と同一となる。従ってこの時は、B及びC系のコイル断線にも拘らず、あたかも正常A系コイルのみで、3コイルの内2コイル正常動作と全く同様の働きを行い、プラントの運転継続が可能となる。

【0054】以下同様に、A、B、C系の正常、異常を判定し、補助アンプ入力選択スイッチ選択スイッチ38、補助アンプ出力選択スイッチ40により、補助アンプ39に対して、正常系の入力を選択し、サーボコイル正常系へ出力して行く。

【0055】これらの選択は、図6のフローチャートに従い補助アンプ入力選択スイッチ選択スイッチ38または補助アンプ出力選択スイッチ40によって、ソフトウェアによって実行される。

【0056】本実施例による3コイルサーボの特性を図7で説明する。

【0057】Aサーボアンプ飽和時( $t_1$ )は、Aコントローラの有するサーボコイル電流フィードバック値診断33より異常検出31で異常が判明し、コントローラ

Aは、出力切離しスイッチ35で、サーボアンプの出力を即座に切離す(t2)。このため、Aサーボアンプによる飽和異常がプラントに与える影響は、従来例を示す図4に比べ少なくなることが判る。またこの状態でBサーボアンプが飽和した時、即ち、t3の時、正常な系のCコントローラは、自己の出力をコントローラ切替スイッチ38により補助アンプ39に入力し、補助アンプ39の出力は、サーボコイル正常系(この時、AまたはBのいずれでも可であるがこの場合Aに出力したものとす)であるAに出力されるため、Bサーボアンプ飽和と同時にAサーボコイル電流は、Cサーボコイル電流と同時にBの飽和電流を補償し、安全に運転継続可能となる。

【0058】また、2系のサーボコイル断線時は、補助アンプ出力の選択を残る正常系サーボコイルに出力をし、1つのサーボコイルで2つのサーボコイルのトルクと同じトルクを得られる出力とし、運転継続可能とする。

【0059】次に先の実施例で述べた補助アンプの代わりに、アンプ入力切替スイッチ41にて正常コントローラの制御指令値20を選択し、サーボアンプは通常時のゲイン(1コイルゲイン)と、1本のコイルで正常に動作させるため2本分のコイル電流を与える2コイルゲインのゲイン切替スイッチ42と、サーボアンプ出力を正常なコイルへ出力するよう選択するスイッチ43を設置した実施例を図8により説明する。

【0060】サーボアンプは、A、B、Cの各々に設置されている。この時の入力選択は、正常コントローラの入力をアンプ入力切替スイッチ41にて選択する。A系アンプの入力フローについて図9により説明する。

【0061】A系アンプは、該当A系コントローラが正常時であれば、A系コントローラを入力する。以下A系コントローラが異常時には、B系コントローラ、C系コントローラの順に正常かどうかを判定し、正常なコントローラの入力をアンプ入力切替スイッチ41で選択する。B系アンプにおいては、同様に(B)、(C)、(A)の順で、またC系アンプにおいては、同様に(C)、(A)、(B)の順で正常なコントローラの制御指令値20を入力する。

【0062】従って切替スイッチ41により各サーボアンプの入力は、正常なコントローラの制御指令値20が入力される。

【0063】これらの選択は、図9のフローチャートに従い切り換えスイッチ41によって、ソフトウェアで実行される。

【0064】次にゲイン選択42と、サーボアンプの出力を選択するアンプ出力切替スイッチ43の作用について図10のA系アンプ出力フローで説明する。

【0065】まずA系アンプ異常時には、その出力は、出力切離しスイッチ35により、出力を切離す。また、

アンプ正常時には、その出力先を決定するため、A、B、Cコイルの状態及びアンプの状態により、判定し、コイルが正常なところへ出力する。ただし、A、B、C3個のコイルの内2コが異常な場合、残る1コイルに、2コイル分のトルクを与える必要があるため、その時のゲインは2コイルゲインを選択する。また同様にA、B、Cのアンプの状態により、異常アンプの代わりに正常アンプを出力させるようアンプ出力切替スイッチ43は動作する。

10 【0066】例えば、A系コイルが正常であり、かつB系及びC系コイルが異常である場合、A系コイル1本で通常動作をさせるためゲイン選択スイッチ42により2コイルゲインを選択し、A系アンプの出力切替スイッチ43によりA系コイルに出力する。

【0067】この時、B、Cコイルの両方又は、いずれか一方が正常な場合は、ゲイン選択スイッチ42より、1コイルゲインを選択しA系コイルにアンプ出力切替スイッチ43により出力する。以下同様にB、C系アンプも作用する。

20 【0068】これらの選択は、図10のフローチャートに従い切り換えスイッチ43によって、ソフトウェアで実行される。

【0069】尚、これらの実施例では3コイルサーボ弁の制御について述べたが、4コイル以上のサーボ弁についても補正回路を設けることにより同様の制御が可能である。

【0070】

30 【発明の効果】上述のとおり本発明によれば、3重化コントローラ及び操作端に3コイルサーボ弁を有する3コイルサーボ弁制御方式において、2台コントローラ異常時又は、2コのサーボコイル異常時等、2つの制御系が異常になった場合においても、駆動するのに十分なサーボコイルの出力を得ることができる。

【0071】また、本発明の3コイルサーボ弁制御装置を具備したタービン制御装置及び各種プラントも、外乱もなく運転継続ができるため、従来の運用方式に比べ、格段にアベイラビリティが向上できる。

【0072】本発明を実施するにあたっては、上述した補正装置を追加するのみであり、従来品に対する価格アップも抑えられ、従来の運転性能を格段に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る3コイルサーボ弁制御装置の構成を示す図である。

【図2】制御指令値の選択フローチャートである。

【図3】異常診断の手段と異常診断の内容を示した図である。

【図4】従来方式の3コイルサーボの特性図である。

50 【図5】異常診断及びサーボアンプ出力の切離しのフローチャートである。

【図6】補助サーボアンプの入出力選択のフローチャートである。

【図7】本発明による3コイルサーボの特性図である。

【図8】本発明の他の実施例の説明図である。

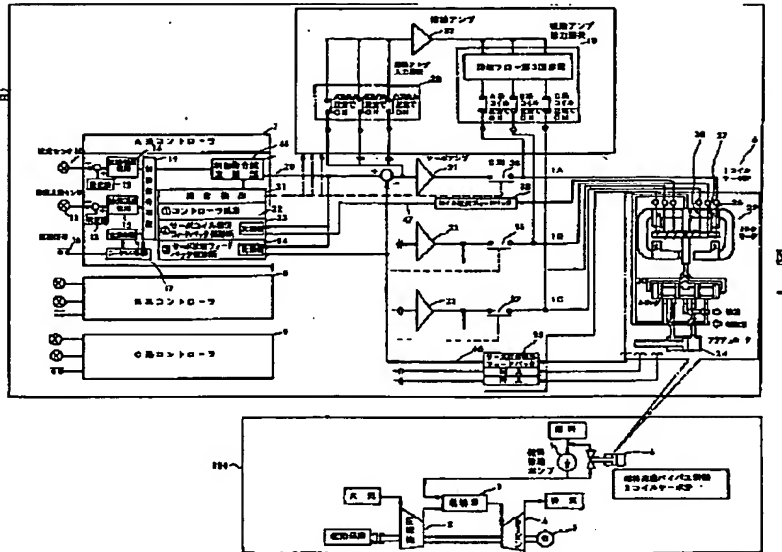
【図9】A系アンプの入力のフローチャートである。

【図10】A系アンプの出力のフローチャートである。

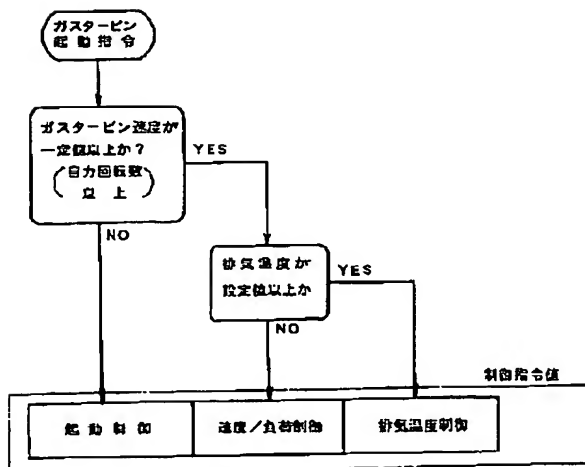
【符号の説明】

1…燃料移送ポンプ、2…圧縮機、3…燃焼機、4…タービン、5…発電機、6…燃料流量バイパス制御3コイルサーボ弁、7, 8, 9…コントローラ、100…ガスタービンシステム、200…サーボ弁制御装置。

【図1】



【図2】

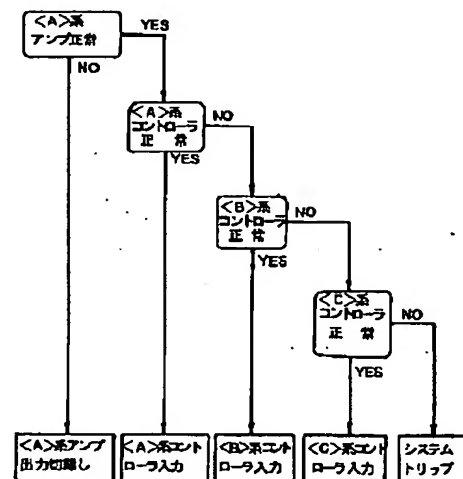


【図9】

図 9

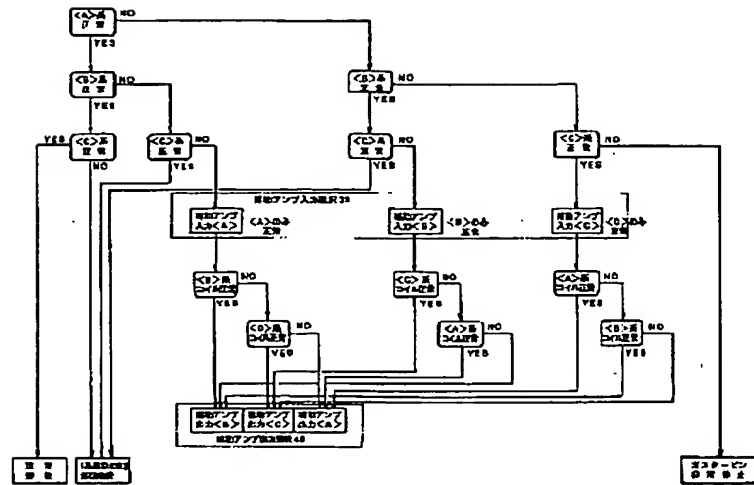
<A>系アンプの入力フロー

図 2

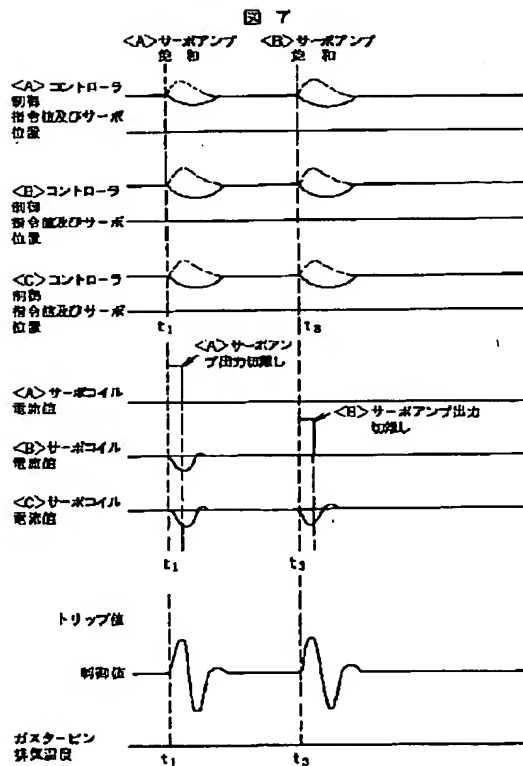




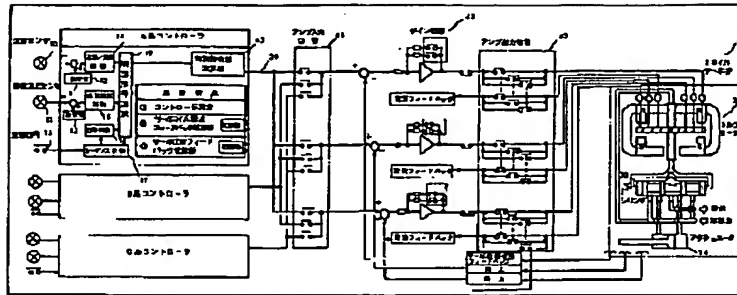
【図6】



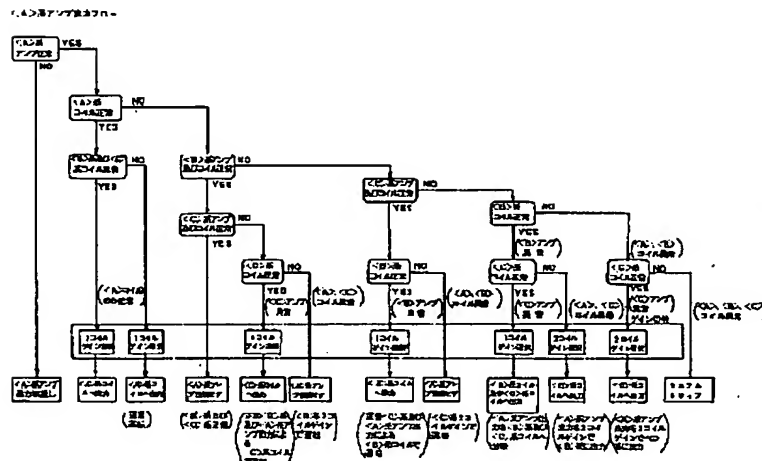
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 河合 巧

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立製作所大みか工場内

(72)発明者 飯島 忠彦

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立製作所大みか工場内